

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-214804

(P2000-214804A)

(43) 公開日 平成12年8月4日 (2000.8.4)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
G 0 9 F 9/37	3 0 4	G 0 9 F 9/37	3 0 4
B 4 1 J 2/445		9/00	3 1 7
G 0 9 F 9/00	3 1 7		3 5 5
	3 5 5	G 0 2 B 26/08	A
// G 0 2 B 26/08		B 4 1 J 3/21	V
審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 12 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-12031

(22) 出願日 平成11年1月20日 (1999.1.20)

(71) 出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72) 発明者 木村 宏一

静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真
フイルム株式会社内

(72) 発明者 沢野 充

静岡県富士宮市大中里200番地 富士写真
フイルム株式会社内

(74) 代理人 100073874

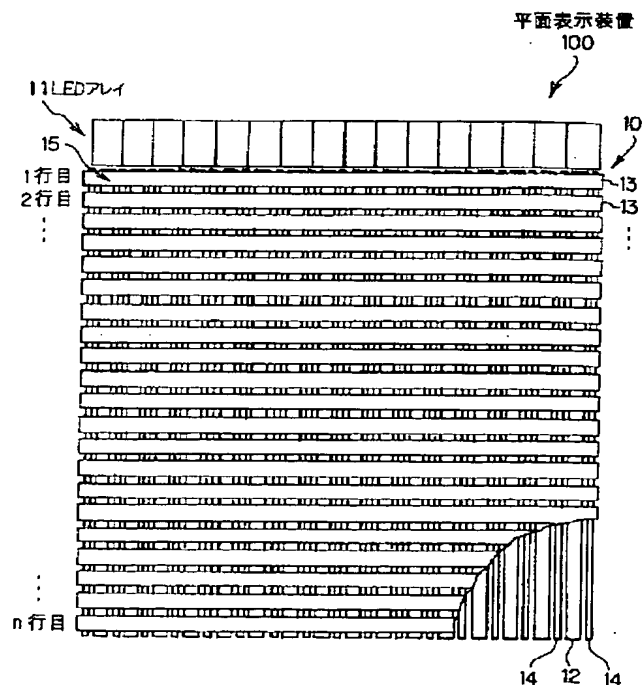
弁理士 萩野 平 (外4名)

(54) 【発明の名称】 光変調素子及び露光装置並びに平面表示装置

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構造でありながら視野角依存性が少なく、高効率な発光表示を可能とする光利用効率の高い光変調素子及び露光素子並びに平面表示装置を提供する。

【解決手段】 光源からの光を導光する導光体11と、導光体11に対面して設けられ蛍光体13を有する可撓薄膜12とからなり、電気機械動作により可撓薄膜12と導光体11との距離を変化させ、導光された光による蛍光体13の励起発光を制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源からの光を導光する導光体と、該導光体に対面して設けられ蛍光体を有する可撓薄膜とからなり、

電気機械動作により前記可撓薄膜と導光体との距離を変化させ、前記導光された光による前記蛍光体の励起発光を制御することを特徴とする光変調素子。

【請求項 2】 前記電気機械動作は、前記可撓薄膜と導光体との間に静電気力を発生させて行うことを特徴とする請求項 1 記載の光変調素子。

【請求項 3】 前記導光体側に第 1 の電極を設け、前記可撓薄膜側に第 2 の電極を設け、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極に電圧印加することで静電気力を発生させることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 記載の光変調素子。

【請求項 4】 前記蛍光体は、前記可撓薄膜の表面に形成された蛍光体層であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 5】 前記可撓薄膜は樹脂材料からなり、微粒子の蛍光顔料からなる蛍光体を前記可撓薄膜に混入したことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 6】 前記可撓薄膜は樹脂材料からなり、有機蛍光染料からなる蛍光体を前記可撓薄膜に溶解したことを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 7】 前記可撓薄膜に、前記蛍光体が発光した光を前記導光体側に反射する反射膜を設けたことを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 8】 前記反射膜を第 2 の電極としたことを特徴とする請求項 7 記載の光変調素子。

【請求項 9】 前記可撓薄膜の蛍光体と前記導光体との間に、前記光源からの光を透過すると共に、前記蛍光体が発光した光を反射するフィルタ層を設けたことを特徴とする請求項 1 ～請求項 6 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 1 0】 前記光源からの光を前記導光体の側面から導入することを特徴とする請求項 1 ～請求項 9 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 1 1】 前記光源からの光を前記可撓薄膜を設けた反対側の導光体表面から導入することを特徴とする請求項 1 ～請求項 9 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 1 2】 前記導光体は、光導波路であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 1 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 1 3】 基板に形成され複数の平行な光導波路と、該光導波路の少なくとも 1 つを 1 画素に対応させて設けた複数の独立制御可能な光源と、 前記光導波路に直交

する複数の可撓薄膜と、を備え、

前記光源からの光量を変化させる一方、前記可撓薄膜の電気機械動作により前記蛍光体の励起発光を制御することを特徴とする請求項 1 2 記載の光変調素子。

【請求項 1 4】 前記光源は、発光アレイ素子であることを特徴とする請求項 1 3 記載の光変調素子。

【請求項 1 5】 前記光源は、発光体と光変調アレイ素子からなることを特徴とする請求項 1 3 記載の光変調素子。

10 【請求項 1 6】 前記導光体は、導光板であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 1 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 1 7】 1 次元又は 2 次元のマトリクス状に配列された光変調素子であって、前記第 1 の電極と第 2 の電極を直交するストライプ状に配置すると共に、前記第 1、第 2 の電極の各交点に前記光変調素子をそれぞれ形成して、単純マトリクス駆動することを特徴とする請求項 1 6 記載の光変調素子。

20 【請求項 1 8】 1 次元又は 2 次元のマトリクス状に配列された光変調素子であって、前記第 1 の電極又は第 2 の電極のいずれかを画素電極とし、該画素電極に対して画像信号を供給するスイッチ機構を各光変調素子に設け、アクティブマトリクス駆動することを特徴とする請求項 1 6 記載の光変調素子。

【請求項 1 9】 前記導光する光は、紫外光であることを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 8 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

30 【請求項 2 0】 前記蛍光体の発光部以外の領域に遮光部を設けたことを特徴とする請求項 1 ～請求項 1 9 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 2 1】 前記導光する光は単色光であり、前記蛍光体は複数の異なる発光色を備えていることを特徴とする請求項 1 ～請求項 2 0 のいずれか 1 項記載の光変調素子。

【請求項 2 2】 請求項 1 ～請求項 2 1 のいずれか 1 項記載の光変調素子を利用したことを特徴とする露光装置。

40 【請求項 2 3】 請求項 1 ～請求項 2 1 のいずれか 1 項記載の光変調素子を利用したことを特徴とする平面表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】本発明は、導光板からの光を、電気機械動作により変位させる可撓薄膜によって光変調する光変調素子、及び該光変調素子を用いて感材等への露光を行う露光装置、並びに該光変調素子を用いて画像表示を行う平面表示装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】薄型の平面表示装置の代表的なものとしては、例えば液晶表示装置、プラズマ表示装置等が挙げ

られる。しかし、液晶表示装置ではバックライトからの光を偏光板、透明電極、カラーフィルターの多数層に透過させるため、光利用効率が低下する問題があり、また、プラズマ表示装置では画素毎に放電用の隔壁形成を行うため、高精細になると高効率で高輝度を得ることが困難であり、駆動電圧も高いことからコストが高くなる欠点がある。

【0 0 0 3】このような問題を解消するものとして、近年、電気機械動作により可撓薄膜を変位させ、これにより光源からの光を光変調して画像表示を行う平面表示装置が開発されている。このような平面表示装置としては、例えば下記の文献に記載されたものがある。Waveguide Panel Display Using Electromechanical Spatial Modulators, 1998SID International Symposium Digest of Technical Papers, p. 1022-p. 1025.

【0 0 0 4】上記平面表示装置の構成は、図 1 6 に示すように、前面ガラス 9 1 の上に平行な複数の導光路 9 2 を並設し、その一端側には、マイクロレンズ 9 3 を有した導光材 9 4 を介して LED (ライトエミッティングダイオード) アレイ 9 5 を接続してある。LED アレイ 9 5 は、複数の発光部が一次元に並べられたもので、その一つが導光路 9 2 の一つに対応している。導光路 9 2 の上には、間隙を有して、平行な複数の可撓薄膜 (光スイッチ) 9 6 を、導光路 9 2 に直交する方向で並設してある。可撓薄膜 9 6 の上には一部分のみを可撓薄膜 9 6 に接触させた後面ガラス 9 7 を設けてあり、後面ガラス 9 7 は可撓薄膜 9 6 を変位可能に支持している。

【0 0 0 5】このように構成された平面表示装置 9 0 は、図 1 7 に示すように、所定の可撓薄膜 9 6 上の電極に電圧が印加されると、静電気応力によって可撓薄膜 9 6 が導光路 9 2 側に接近する方向に変位する。一方、LED アレイ 9 5 は、画像信号に基づきこれと同期して発光する。すると、導光路 9 2 内を全反射しながら進んでいた光が可撓薄膜 9 6 内に導入され、可撓薄膜 9 6 内に設けられているミラー 9 8 に反射され、導光路 9 2 に略垂直な方向で再び入射されることになる。導光路 9 2 に略垂直な方向で入射された光は、全反射の角度が保てず、導光路 9 2 を通過して前面ガラス 9 1 側から出射されることになる。

【0 0 0 6】この平面表示装置 9 0 によれば、静電気応力によって可撓薄膜 9 6 を変位させるため、可撓薄膜 9 6 の動作を高速追従させることができると共に、液晶表示装置のように光を多数層に透過せず、また、プラズマ表示装置のように放電部の隔壁形成や高圧駆動回路も不要になるため、高速で安価な平面表示装置の実現が可能になる。

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の光導波路タイプの平面表示装置 9 0 にあっては、可撓薄膜内の反射膜により光を出射させているため、出射光は

指向性を伴って視認性が悪くなるといった問題がある。また、カラー表示の場合では、光源として複色色の LED アレイを用いる必要があり、光源や光学系が制限される上に装置構成が煩雑化し、製造プロセスが複雑化してコストが増大するといった問題がある。本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、簡単な構造でありながら視野角依存性が少なく、高効率な発光表示を可能とする光利用効率の高い光変調素子及び露光装置並びに平面表示装置を提供することを目的としている。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明に係る請求項 1 記載の光変調素子は、光源からの光を導光する導光体と、該導光体に対面して設けられ蛍光体を有する可撓薄膜とからなり、電気機械動作により前記可撓薄膜と導光体との距離を変化させ、前記導光された光による前記蛍光体の励起発光を制御することを特徴とする。

【0 0 0 9】この光変調素子では、蛍光体を有する可撓薄膜を電気機械動作により変位させることにより、導光体内に導光された光源からの光を、可撓薄膜側に導光させて蛍光体を励起発光させたり、導光させないように制御することで光変調が行われる。このように可撓薄膜に蛍光体が備わっているため、素子の構造や製造プロセスが簡略化され、製造コストを大幅に低減することができる。また、蛍光体を用いているため発光時には散乱発光状態となり、視野角の依存性を殆ど生じさせることがなく、視認性が向上する。さらに、蛍光体に対して直接的に光照射するため、高効率で蛍光体を励起・発光させることができる。なお、上記の電気機械動作の手段としては、静電効果、電気磁気効果、圧電効果等の種々の電気機械効果を利用できる。

【0 0 1 0】請求項 2 の光変調素子は、前記電気機械動作が、前記可撓薄膜と導光体との間に静電気力を発生させて行うことを特徴とする。

【0 0 1 1】この光変調素子では、可撓薄膜と導光体とに電圧印加することで相互間に静電気力を発生させ、発生した静電気力により可撓薄膜が円滑で高速且つ確実に電気機械動作し、安定した光変調が行われる。また、静電気力を利用した素子は、可撓薄膜に電極を形成する単純な製造プロセスで実現でき、低コスト化が図れる。さらに、電圧駆動型であるため、薄膜の材料及び形状を最適化することにより、低電圧駆動を行うことが可能となる。

【0 0 1 2】請求項 3 の光変調素子は、前記導光体側に第 1 の電極を設け、前記可撓薄膜側に第 2 の電極を設け、前記第 1 の電極と前記第 2 の電極に電圧印加することで静電気力を発生させることを特徴とする。

【0 0 1 3】この光変調素子では、導光体側の第 1 の電極と可撓薄膜側の第 2 の電極とに電圧印加することで各電極間で静電気力が発生し、可撓薄膜側の第 2 の電極が

変位することで光変調が行われる。これにより、単一の基板上に必要な構造を形成することができ、高精度で低コストな素子の製造が可能となる。

【0014】請求項4の光変調素子は、前記蛍光体が、前記可撓薄膜の表面に形成された蛍光体層であることを特徴とする。

【0015】この光変調素子では、可撓薄膜の表面に、例えば印刷、吹き付け法、塗布等の一般的な厚膜形成方法や真空成膜法等で蛍光体層を形成することで、簡便にして均一に蛍光体を設けることができ、発光ムラを良好に防止することができる。

【0016】請求項5の光変調素子は、前記可撓薄膜は樹脂材料からなり、微粒子の蛍光顔料からなる蛍光体を前記可撓薄膜に混入したことを特徴とする。

【0017】この光変調素子では、可撓薄膜内に微粒子の蛍光顔料からなる蛍光体を混入させることで、可撓薄膜と蛍光体を同時に形成でき、また、樹脂が良好な加工性を有していることから、薄膜形成が容易となり、多くの可撓薄膜材料及び蛍光体材料が使用可能となる。

【0018】請求項6の光変調素子は、前記可撓薄膜は樹脂材料からなり、有機蛍光染料からなる蛍光体を前記可撓薄膜に溶解したことを特徴とする。

【0019】この光変調素子では、可撓薄膜に微粒子の有機蛍光染料からなる蛍光体を溶解することで、簡単なプロセスで極めて均一に蛍光体を可撓薄膜内に分布させることができ、発光ムラをより良好に防止することができる。また、有機蛍光染料特有の発光色を得ることができる。

【0020】請求項7の光変調素子は、前記可撓薄膜に、前記蛍光体が発光した光を前記導光体側に反射する反射膜を設けたことを特徴とする。

【0021】この光変調素子では、蛍光体が発光した光に対し、素子の光出射方向とは反対方向に向いた光を無駄にすることなく該光出射方向に反射させることができ、光利用効率を向上させることができる。

【0022】請求項8の光変調素子は、前記反射膜を第2の電極としたことを特徴とする。

【0023】この光変調素子では、反射膜を第2の電極としても機能させることで、素子構成が単純化され、製造プロセスの簡略化と低コスト化を図ることができる。

【0024】請求項9の光変調素子は、前記可撓薄膜の蛍光体と前記導光体との間に、前記光源からの光を透過すると共に、前記蛍光体が発光した光を反射するフィルタ層を設けたことを特徴とする。

【0025】この光変調素子では、導光体と、可撓薄膜に設けられた蛍光体との間にフィルタ層を設けたことにより、可撓薄膜への光導光時において、光源からの光はフィルタ層を透過する一方、蛍光体が発光した光はフィルタ層で反射されるため、素子の光出射方向とは反対方向に向いた光を該光出射方向に反射させることができ

る。このため、蛍光体からの光の光利用効率を向上させることができる。

【0026】請求項10の光変調素子は、前記光源からの光を前記導光体の側面から導入することを特徴とする。

【0027】この光変調素子では、光源からの光が導光体の側面から導入され、導光体の表面から出射可能となる。従って、素子の厚み方向に光源を配置するスペースは特に必要はなく、素子を極力薄肉化することができる。

【0028】請求項11の光変調素子は、前記光源からの光を前記可撓薄膜を設けた反対側の導光体表面から導入することを特徴とする。

【0029】この光変調素子では、光源からの光が導光体の表裏いずれか一方の面から導入可能となり、光源からの光を受ける導光体の光導入面積が大きくなり、高輝度に光出射する光変調を容易に行うことができる。

【0030】請求項12の光変調素子は、前記導光体が、光導波路であることを特徴とする。

【0031】この光変調素子では、光導波路を導光体として構成することで、光導波路中に導光されてきた光を光変調することができる。

【0032】請求項13の光変調素子は、基板に形成され複数の平行な光導波路と、該光導波路の少なくとも1つを1画素に対応させて設けた複数の独立制御可能な光源と、前記光導波路に直交する複数の可撓薄膜と、を備え、前記光源からの光量を変化させる一方、前記可撓薄膜の電気機械動作により前記蛍光体の励起発光を制御することを特徴とする。

【0033】この光変調素子では、複数の平行な光導波路に対応させて設けた光源の光量を変化させる一方、可撓薄膜の電気機械動作により蛍光体の励起発光を制御することにより、各光変調素子を独立して制御することが可能となり、また、光量を調整することで多階調の制御も可能となる。

【0034】請求項14の光変調素子は、前記光源が、発光アレイ素子であることを特徴とする。

【0035】この光変調素子では、例えばレーザ偏向及びレーザダイオードアレイ、無機LEDアレイ、有機LEDアレイ、無機EL（エレクトロルミネッセンス）、蛍光表示管、FED（フィールドエミッションディスプレイ）、CRT（カソードレイチューブ）等の発光アレイ素子を用いることができ、複数の発光素子を組み合わせることで容易に高輝度を得ることができる。また、光変調素子が複数の場合に、個々の光変調素子を簡便に独立制御することができる。

【0036】請求項15の光変調素子は、前記光源が、発光体と光変調アレイ素子からなることを特徴とする。

【0037】この光変調素子では、発光体として例えば蛍光ランプや放電ランプ等を用い、光変調アレイとして

例えば液晶アレイ、光学結晶アレイ等を用いることができ、高輝度な発光体を光変調アレイによって変調させることで、各光変調素子を独立して駆動でき、また、高輝度で光変調が行える。

【0038】請求項16の光変調素子は、前記導光体が、導光板であることを特徴とする。

【0039】この光変調素子では、導光板を導光体として構成することで、導光板中に導光されてきた光を光変調することができる。

【0040】請求項17の光変調素子は、1次元又は2次元のマトリクス状に配列された光変調素子であって、前記第1の電極と第2の電極を直交するストライプ状に配置すると共に、前記第1、第2の電極の各交点に前記光変調素子をそれぞれ形成して、単純マトリクス駆動することを特徴とする。

【0041】この光変調素子では、複数の第1の電極を平行に配列すると共に、複数の第2の電極を第1の電極に直交させて平行に配列し、各電極の交点に光変調素子を形成することで光変調素子をマトリクス状に配列している。この構成により、各光変調素子を単純マトリクス駆動することができる。

【0042】請求項18の光変調素子は、1次元又は2次元のマトリクス状に配列された光変調素子であって、前記第1の電極又は第2の電極のいずれかを画素電極とし、該画素電極に対して画像信号を供給するスイッチ機構を各光変調素子に設け、アクティブマトリクス駆動することを特徴とする。

【0043】この光変調素子では、第1の電極又は第2の電極のいずれかを画素電極とし、該画素電極に対して画像信号を供給するスイッチ機構を各光変調素子に設けることで、1次元又は2次元のマトリクス状に構成してアクティブマトリクス駆動することができる。これにより、簡単な方式で素子を駆動でき、コントラストをより一層向上させることができる。

【0044】請求項19の光変調素子は、前記導光する光が、紫外光であることを特徴とする。

【0045】この光変調素子では、蛍光体を励起させる紫外光を導光して光変調することができる。これは、紫外光による蛍光体の発光により、可視光化、赤外光化が容易となり、様々な波長における露光、表示が可能となる。また、紫外光励起による可視光発光の蛍光体は、一般に多くの種類が存在するため、実用化が容易である。

【0046】請求項20の光変調素子は、前記蛍光体の発光部以外の領域に遮光部を設けたことを特徴とする。

【0047】この光変調素子では、蛍光体の発光部以外の領域に遮光部を設けることにより、画像表示する場合にコントラストをより向上させることができる。

【0048】請求項21の光変調素子は、前記導光する光は単色光であり、前記蛍光体は複数の異なる発光色を備えていることを特徴とする。

【0049】この光変調素子では、複数の異なる発光色の蛍光体を発光させることにより、任意の色の表示を行うことができ、簡便にしてカラー表示を行うことができる。

【0050】請求項22の露光装置は、請求項1～請求項21のいずれか1項記載の光変調素子を利用したことを特徴とする。

【0051】この露光装置では、画像情報に基づいて光変調素子を駆動することにより、光変調素子からの変調光を記録媒体に露光することができる。

【0052】請求項23の平面表示装置は、請求項1～請求項21のいずれか1項記載の光変調素子を利用したことを特徴とする。

【0053】この平面表示装置では、画像情報に基づいて光変調素子を駆動することにより、光変調素子からの変調光による画像表示を行うことができる。

【0054】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る光変調素子及び露光装置並びに平面表示装置の好適な実施の形態を図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明に係る平面表示装置の第1実施形態で、LEDアレイが接続された導波路を示す全体平面図、図2は図1に示した平面表示装置の部分拡大平面図、図3は図2のA-A断面を示す図、図4は図2のB-B断面を示す図である。

【0055】本実施形態の平面表示装置100は、概略的には図1に示すように、光源となるLEDアレイ11と、このLEDアレイ11に図示しないマイクロレンズを介して光学的に接続され複数列平行に形成された導光体としての導光路12と、導光路12の上面に導光路12と直交して複数列平行に形成された蛍光体13とを有して構成されている。また、導光路12の配列方向両隣には、スペーサ14が導光路12と平行に形成されている。LEDアレイ11は、複数の発光部が一次元に配置されたもので、その一つの発光部が一つの導光路（例えば1画素）12に対応している。上記導光路12及び蛍光体13を一部拡大して示すと図2のようになる。図2によれば、光源からの光が導光される導光路12と、蛍光体13との交差点が1つの光変調素子15となり、これら光変調素子15が2次元のマトリクス状に配列されて光変調素子アレイ10が構成されている。

【0056】次に、光変調素子15の構成を具体的に説明する。図3に示す図2のA-A断面を参照すると、光変調素子15は、概略的には導光路12に沿って第1の電極16が形成された導光板17と、導光板17を所定間隔上方で跨いで形成された可撓薄膜18と、可撓薄膜18の上面に形成された蛍光体13とからなる。なお、導光板17の第1の電極16上面には絶縁層19が形成されている。この第1の電極16としては、電子密度の高いITO等の金属酸化物、非常に薄い金属薄膜（アルミ等）、金属微粒子を透明絶縁体に分散した薄膜、或い

は高濃度ドーピングしたワイドバンドギャップ半導体等を好適に用いることができる。

【0057】そして、図4に示す図2のB-B断面を参照すると、隣り合う導光板17の間にはスペーサ14が導光板17の絶縁層19より高く、且つ導光板17と平行に形成されている。スペーサ14としては、例えばシリコン酸化物、シリコン窒化物、セラミック、樹脂等を用いることができる。さらに、スペーサ14の上面上には、導電性を有する透明な可撓薄膜18を複数の導光板17に跨って形成してある。この可撓薄膜18として

は、ポリシリコン等の半導体、絶縁性のシリコン酸化物、シリコン窒化物、セラミック、樹脂、金属等を好適に用いることができる。なお、この可撓薄膜18には第2の電極20が形成されている。ここで、第1の電極16と第2の電極20とが接触しない構成であれば絶縁層19は省略しても良く、また、スペーサ14と可撓薄膜18を同一の材料で構成しても良い。

【0058】絶縁層19と可撓薄膜18との間には、空隙（キャビティ）21が形成されており、このキャビティ21の高さは、スペーサ14の高さで略決定され、好ましくは0.1 μm から10 μm 程度の高さに設定される。このようなキャビティ21は、例えば犠牲層のエッチングにより容易に形成できる。

【0059】また、可撓薄膜18に形成された第2の電極20は、第1の電極16と同じ材料を用いて形成しても良く、可撓薄膜18の全体を電極として形成するものであっても良い。そして、第2の電極20は、可撓薄膜18の導光側、或いは反対側のいずれの位置に配置しても良い。

【0060】さらに可撓薄膜18の上面上には蛍光体13が形成されている。本実施形態の蛍光体13は、可撓薄膜18の表面に蛍光体層として別体に形成され、可撓薄膜18と蛍光体13とは異なる2層を重ね合わせて構成されている。この蛍光体13の形成手段としては、無機、有機蛍光体顔料を蒸着等の真空成膜方法、塗布等の一般的な形成方法を好適に採用することができる。また、蛍光体13の層は光変調素子アレイ10の全面に亘って均一に形成しても良い。この場合、蛍光体層のパターニングが単純化、又は不要となり、蛍光体層の形成プロセスが大幅に簡略化される。さらに、図4に示す隣り合う導光板17との間に、図示は省略するが遮光部としてのブラックマトリクスを設け、表示画像のコントラストを向上させる構成としても良い。また、スペーサ14自体をブラックマトリクスとして機能させることで、プロセスの簡略化とコントラストの向上を図った構成としても良い。

【0061】上記構成により、光変調素子15は、LEDアレイ11の配列方向及び導光路12の長手方向に対し、所定の一定間隔で2次元のマトリクス状に配列される。勿論、1次元のマトリクス状に形成することも可能

であり、これによれば1次元の光変調が可能となる。

【0062】次に、光変調素子15の動作を説明する。可撓薄膜18を電気機械動作させて光変調させる動作原理としては、可撓薄膜18と導光板17側の絶縁層19とを離反又は接触させることにより、全反射導光と近接場光とのカップリング作用が利用できる。この光変調素子15では、図3に示すように、キャビティ21が光の透過抵抗として形成されている場合には、光源からの光は導光路12内で全反射されて可撓薄膜18側に出射されない。一方、可撓薄膜18を導光板17側に接触させた場合には、導光路12内の光は可撓薄膜18へ導光（モード結合）される。即ち、可撓薄膜18を導光板17側に接触させることで、可撓薄膜18に導光された光は蛍光体13を励起・拡散発光させ、その光が可撓薄膜18及び導光路12から出射される。これにより、光を非出射又は出射させる光変調を行うことができる。

【0063】さらに具体的には、第1の電極16と第2の電極20との間の電位差がゼロ（例えば両電極に0[V]を印加）で、可撓薄膜18と導光板17との間にキャビティ21（例えば空気）が存在する場合、導光路12の屈折率を n_w とすると、空気との界面における全反射臨界角 θ_c は、

$$\theta_c = \sin^{-1}(n_w)$$

となる。従って、光は、界面への入射角 θ が、 $\theta > \theta_c$ のとき、導光路12内を全反射しながら進む。

【0064】一方、第1の電極16、第2の電極20に駆動電圧が印加され、電位差により生じた静電気力によって可撓薄膜18と導光板17（絶縁層19）とが接触又は十分な距離に近づけられると、光は可撓薄膜18側に導光されて伝搬透過し、可撓薄膜18の上面側から出射され、蛍光体13を励起する。

【0065】このような光変調素子15をアレイ状に配列した光変調素子アレイ10を備えた平面表示装置100は、次のように動作する。即ち、平面表示装置100の同一導光板17上に形成された光変調素子15は、図示しない制御装置によって、それぞれ個別に光変調駆動される。制御装置は、図1に示すように、1行分の光変調素子15を全て光透過状態にすると共に、平面表示装置100のLEDアレイ11の各発光部に対し、各発光部に前記1行分に相当する表示画像の画像信号を出力させる。その後、前記1行分の光変調素子15を全て遮光状態にする。これを行順次、或いは複数行毎に繰り返す行うことで画像表示を行う。この場合、LEDアレイ11を多段階調の発光強度で駆動制御することにより、多段階調の画像表示が可能となる。また、この平面表示装置100では、可撓薄膜18に蛍光体13を設け、導光路12から可撓薄膜18に入射した光を蛍光体13に照射することで、直接的に蛍光体13が励起され発光する。以て、蛍光体13を高効率で発光させることができる。そして、可撓薄膜18に蛍光体13を直接設けたことによ

り、可撓薄膜 1 8 と蛍光体 1 3 とをそれぞれ異なる基板上に設けた場合に必要となる可撓薄膜側基板と蛍光体側基板との位置合わせ作業が不要になる。このため、平面表示装置 1 0 0 の製造プロセスを大幅に簡略化でき、簡単な構造で且つ高精度に所望の蛍光体を励起させ発光させることができる。

【0 0 6 6】さらに、LED アレイ 1 1 からの光を導光板 1 7 の側面（図 3 の左端部）から導入し、導光板 1 7 の表面（図 3 の上側）から出射する構成としたため、光変調素子アレイ 1 0 の厚み方向に光源を配置するスペースが不要になり、光変調素子アレイ 1 0 自体の薄肉化が容易となる。以て、平面表示装置 1 0 0 全体の小型軽量化を容易にすることができる。

【0 0 6 7】なお、上述の平面表示装置 1 0 0 は、露光装置としても使用でき、感光材料等への露光を行うことができる。露光装置として使用した場合、デジタルマルチ露光が可能となるため、特に露光により作像を行う画像記録装置（例えばプリンタ、印刷機等）に用いて、高速な記録（印字、或いは印刷）を可能にできる。

【0 0 6 8】具体的には、従来の露光素子を用いたプリンタでは、一定の面積を所定時間で露光するため、その間、露光素子と像作成体との相対移動は停止することになる。これに対し、上述の露光装置を用いたプリンタでは、個々のマトリクス電極に対応して設けた可撓薄膜を選択的に駆動することで、デジタルマルチ露光が可能となる。そのため、露光素子と像作成体とを相対移動させながらのライン制御が行え、高速露光が可能となって、記録速度を大幅に向上させることができる。さらに、この露光装置は、デジタルマルチ露光を活用することで、例えば電子写真技術とオフセット印刷技術を融合した DDCP（デジタルダイレクトカラープルーフ）や、刷版に直接作像して転写を行う CTP（コンピュータ to プレート）にも好適に用いることができる。この場合、露光波長は感光材に適した波長にする必要があるが、所望の波長で発光する蛍光体を好適に選択することで容易に実現することができる。

【0 0 6 9】次に、本発明に係る平面表示装置の第 2 実施形態を説明する。図 5 に本実施形態における光変調素子 3 0 に対する前述の図 2 における B-B 方向の断面図を示した。図 5 に示すように、光変調素子 3 0 は、蛍光体を有する可撓薄膜 3 1 の上面にアルミ等からなる反射膜 3 2 が形成されている他は第 1 実施形態の構成と同様である。本実施形態では、可撓薄膜 3 1 を樹脂材料により形成すると共に、微粒子の蛍光顔料からなる蛍光体を可撓薄膜に混入してある。即ち、必要な発光色を持つように調製された蛍光体粉末がバインダ中に分散された材料を、スクリーン印刷法、吹き付け法、インクジェット法、フィルム転写法、或いは塗布法により、可撓薄膜上に均一な厚みになるように成膜してある。この光変調素子 3 0 においては、第 1 の電極 1 6、第 2 の電極 2 0 に

電圧が印加され、発生する静電気力により可撓薄膜 3 1 側の第 2 の電極 2 0 と導光板 1 7（絶縁層 1 9）とが接触又は十分な距離に近づけられると、光は可撓薄膜 3 1 側に導光されて伝搬透過し、可撓薄膜 3 1 内の蛍光体を励起する。そして、可撓薄膜 3 1 からの蛍光は、等方的に散乱されて、下方に向くものは導光板 1 7 側に伝播され、上方に向くものは反射膜 3 2 により下方に反射されて導光板 1 7 側に伝播される。

【0 0 7 0】このように本実施形態の光変調素子 3 0 では、光が直接的に蛍光体に照射されて励起されるため、蛍光体の発光効率が向上し、発光した蛍光に対しても反射膜 3 2 の反射作用によって光利用効率が向上し、より高輝度の表示を行うことができる。また、可撓薄膜と蛍光体とを単一の薄膜で形成することができ、可撓薄膜 3 1 の電気機械動作特性を安定させることができる。また、例えば微粒子の蛍光顔料からなる蛍光体を可撓薄膜 3 1 に混入した場合は、蛍光体が均質に分布して発光ムラを防止できる。そして、微粒子の蛍光顔料を用いることができるので、可撓薄膜と蛍光体を同時に形成でき、また、樹脂が良好な加工性を有していることから、薄膜形成が容易となり、多くの可撓薄膜材料及び蛍光体材料が使用可能となる。さらに、可撓薄膜を樹脂材料により形成し、有機蛍光染料からなる蛍光体を樹脂材料である可撓薄膜 3 1 に溶解した構成としても良い。この場合は、蛍光体が溶解されるので、蛍光体を極めて良好な均一性で保持しつつ可撓薄膜を形成することができ、発光ムラ等の発生を良好に防止することができる。

【0 0 7 1】次に、本発明に係る平面表示装置の第 3 実施形態を説明する。図 6 に本実施形態における光変調素子 4 0 の断面図を示した。図 6 に示すように、本実施形態の光変調素子 4 0 は、第 2 実施形態の第 2 の電極と遮光膜とを一体形成した構成としている他は、前述の第 2 実施形態の構成と同様である。この光変調素子 4 0 においては、第 1 の電極 1 6、第 2 の電極としての反射膜 4 2 に電圧が印加され、生じた静電気力により可撓薄膜 4 1 と導光板 1 7（絶縁層 1 9）とが接触又は十分な距離に近づけられると、光は可撓薄膜 4 1 側に導光されて伝搬透過し、可撓薄膜 4 1 内の蛍光体を励起する。そして、可撓薄膜 4 1 からの蛍光は、等方的に散乱されて、上方に向くものは反射膜 4 2 により下方に反射されて導光板 1 1 側に伝播され、下側に向くものは導光板 1 1 側に伝播される。

【0 0 7 2】このため、本実施形態の光変調素子 4 0 では第 2 実施形態と同様に、発光した蛍光を反射膜 4 2 により反射させることにより光利用効率が向上し、より高輝度の表示を行うことができると共に、第 2 の電極と反射膜とを一体形成することで素子構造を簡略化したため、製造プロセスをより単純化することができる。

【0 0 7 3】次に、本発明に係る平面表示装置の第 4 実施形態を説明する。図 7 に本実施形態における光変調素

子50の断面図を示した。図7に示すように、本実施形態の光変調素子50は、蛍光体を有する可撓薄膜51と導光板17との間に、光源からの光を透過すると共に、蛍光体が発光した蛍光を反射する特性を有したフィルタ層52を設けている。このフィルタ層52としては、例えば誘電体多層膜等が好適に用いられる。また、可撓薄膜51の上面には第2の電極20を設けている。電極20は蛍光に対して透明な材料で構成されている。その他の構成は、前述の各実施形態の構成と同様である。この光変調素子50においては、第1の電極16、第2の電極20に電圧が印加され、発生する静電気力により可撓薄膜51側のフィルタ層52と導光板17（絶縁層19）とが接触又は十分な距離に近づけられると、光はフィルタ層52を透過して可撓薄膜51側に導光され、可撓薄膜51内の蛍光体を励起する。そして、可撓薄膜51からの蛍光は、等方的に散乱されて、上方に向くものは透明な第2の電極20を透過して上方に伝播され、下方に向くものはフィルタ層52により反射されて、上方に伝播される。このため、本実施形態の光変調素子50では、第2、第3実施形態と同様に発光した蛍光を反射させることによって光利用効率が向上し、より高輝度の表示を行うことができる。

【0074】次に、本発明に係る平面表示装置の第5実施形態を説明する。図8に本実施形態における光変調素子60を、図9に平面表示装置60の平面図を示した。図8(a)によれば、本実施形態の光変調素子60は、導光板17上に帯状の透明な第1の電極（信号電極）61を、所定の間隔を有して平行に複数形成してある。また、導光板17上には隣接する第1の電極61同士を仕切るスペーサ14を形成してある。そして、導光板17の側面には、光源となる紫外線ランプ（低圧水銀ランプ）62を配設してあり、低圧水銀ランプ62からの光は導光板17内部で全反射を繰り返しながら伝播される。

【0075】スペーサ14の上端面には、第1の電極61から離れた位置で透明な可撓薄膜63を形成してある。従って、第1の電極61と可撓薄膜63との間には、キャビティ21が形成されている。可撓薄膜63の上面には、第1の電極61と直交する方向に長い透明な帯状の第2の電極（走査電極）64を、所定の間隔を有して平行に複数形成してある。即ち、第1の電極61と第2の電極64は、図9に示すように直交格子状に配設されている。また、第1の電極61と第2の電極64とは、所定のものを選択することで、特定の対向電極部を指定できるマトリクス電極となっている。そして、第2の電極64の上面には第1の電極61に対応して蛍光体65が形成されている。蛍光体65は、図9に示すように第1の電極61に平行に配置されており、隣り合う蛍光体65との間には表示画像のコントラストを向上させるブラックマトリクス66が形成されている。さらに、

図8に示すように蛍光体65の上方には、所定の間隔を空けて透明な前面板67が支持部68により架設されている。

【0076】そして、第1の電極61及び第2の電極64には、それぞれ電源69が接続され、電源69は画像情報に基づき、それぞれ所定のものを選択的に電圧が印加できる構成となっている。このような光変調素子60では、導光板17の材質として透明ガラス板の他に、例えばポリエチレンテフタレート、ポリカーボネート等の樹脂フィルム等を用いることができる。

【0077】また、第1の電極61及び第2の電極64は透明な導電性材料で構成され、紫外線を透過する材料又は光学特性を有しており、一般的には微粒子化により透明になされた金属或いは導電性を有する金属化合物で構成される。この金属としては、金、銀、パラジウム、亜鉛、アルミニウム等を用いることができ、金属化合物としては、酸化インジウム、酸化亜鉛、アルミニウム添加酸化亜鉛（通称；AZO）等を用いることができる。具体的には、 SnO_2 膜（ネサ膜）、ITO膜等を挙げることができる。上記導光板17、第1の電極61、可撓薄膜63、第2の電極64、蛍光体65は、光変調部60aを構成している。

【0078】図8(b)は、図8(a)に示した光変調素子60の動作時の状態を示す断面図である。この光変調素子60では、第1の電極61と第2の電極64に電源69により駆動電圧を印加すると、静電気力によって可撓薄膜63が電気機械動作により第1の電極61側に吸引されて撓む。これにより、導光板17から光が可撓薄膜63を透過し、蛍光体65を励起発光させ、その蛍光が出射されることになる。従って、画像情報に基づいて電源69の電圧を第1の電極61及び第2の電極64に選択的に印加することで、所望の画像を表示させることができる。このような単純マトリクス駆動により各光変調素子を良好に光変調させることができる。

【0079】また、光変調素子60は、導光板17、各電極61、64、スペーサ14等のエッチングによるアレイ化が容易であるので、製造コストを低減することができる。さらに、導光板17からの光がキャビティ21を挟む一対の透明電極を透過するのみであるので、無駄に光が吸収されず光利用効率を向上させることができる。なお、光変調素子60は、いずれかの光路に波長を選択する色フィルター、干渉フィルター、反射膜等を設けて蛍光の出射効率を向上させても良い。また、光変調部60aが一体として形成された導光板17と前面板67との間を、脱気した後に希ガスを封入し全体を封止することで、外乱の影響を防止して安定化を図った平面表示装置の構成としても良い。

【0080】次に、本発明に係る平面表示装置の第6実施形態を説明する。図10は本実施形態の光変調素子70を示す平面図、図11は図10のC-C断面図、図1

2は図10のD-D断面図、図13は図10に示した画素部の等価回路図である。上述した第5実施形態の光変調素子60では単純マトリクス駆動を可能としたが、本実施形態の光変調素子70はアクティブ駆動により制御している。即ち、本実施形態における光変調素子70では、画素毎に能動素子（例としてTFT）71を設けている。TFT71は、ゲート電極72、絶縁膜73、a-Si:H層74、一方の電極（ドレイン電極）75、一方の電極（ソース電極）76から構成される。このTFT71は、端面から光が導入される導光板77上に形成される。

【0081】TFT71のソース電極76には、透明な画素電極78が接続される。ドレイン電極75には、列毎の画像信号ライン79が接続される。ゲート電極72には、行毎の走査信号ライン80が接続される。画素電極78は、光変調素子70にある可撓薄膜81上面に形成された蛍光体81aの上に積層される。この可撓薄膜81は、スペーサ14により架橋されている。また、画素電極78と対向して、導光板77には光源からの光に対して透明な他方の電極（共通電極）82が設けられ、電位Vcomが印加される。

【0082】このように構成された光変調素子70では、その動作時にゲート電極72に接続された走査信号ライン80にTFT71を導通させる電圧が印加される。そして、ドレイン電極75に接続された画像信号ライン79に所望の画像信号電圧が印加されると、ドレイン電極75とソース電極76とが導通する。従って、画像信号電圧が、画素電極78に印加されることになる。これにより、共通電極82の電位Vcomと画素電極78の電位との電圧差により静電気力が働き、可撓薄膜81が導光板77側に撓む。そして、可撓薄膜81が導光板77に接触又は十分な距離に近づけられると、光は可撓薄膜81側に導光されて伝播透過し、可撓薄膜81上面の蛍光体81aを励起する。蛍光体81aからの蛍光は、透明な画素電極78を透過して上方に出射される。この後に他の行を走査するためにTFT71が非導通となっても、上述の光変調状態は維持されて、複数の行のマトリクス変調が可能となる。このように、本実施形態の構成においても前述の各実施形態と同様に所望の光変調を行うことができる。なお、光路中に光学フィルターを設けて蛍光の出射効率を向上させたり、画素電極78を反射電極として蛍光の出射効率を向上させても良い。

【0083】次に、本発明に係る平面表示装置の第7実施形態を説明する。この実施形態では、図14に示すように1つの導光路を一色に対応させ、複数の導光路により1画素を表示する構成としている。即ち、2次元のマトリクス状に配列された光変調素子は、例えば隣接するR色表示用導光路12a、G色表示用導光路12b、B色表示用導光路12c上にそれぞれ形成された合計3つの光変調素子85a、85b、85cを1画素領域86

に対応させている。これらの各導光路上には、表示する色に対応する蛍光体をそれぞれ設けている。また、隣接する導光路間には、表示画像のコントラストを向上するブラックマトリクス87を形成している。この構成により、3原色（例えばRGB）によるカラー表示が行えるようになる。そして、この場合の光源としては、LED、レーザ、EL等が挙げられ、特に紫外線を出射するものが好ましい。紫外線を出射する光源としては、例えば放電ランプに光変調器を組み合わせたもの、LED、レーザ、無機・有機EL、蛍光表示管、FED、CRT等が挙げられる。

【0084】さらに、本実施形態の変形例として、1画素分に相当する光変調素子を、1つの導光路に対して複数個設け、複数の同色の光変調素子により階調駆動を行う構成としても良い。これにより、各光変調素子が2値のモードであっても、同色の各光変調素子を個別に駆動制御することにより、1画素単位での多階調駆動が可能となる。

【0085】また、図15に示すように、1画素領域内において、同色の光変調素子を異なる面積を有する複数の領域m1、m2、m3に分割して構成しても良い。この領域m1、m2、m3の面積比は1:2:4となっており、それぞれの領域m1、m2、m3に対応した光変調素子88a、88b、88cは個別に駆動制御される。そして、光変調素子88a、88b、88cは、例えば3原色であるRGBの各色毎に設けられ、各色毎に駆動制御される。この平面表示装置によれば、各光変調素子88a、88b、88cのON、OFF動作を組み合わせることにより、一画素全体としての透過光量が異なるものとなる。その結果、各光変調部が2値に状態変化する場合であっても、その組み合わせによって8階調の透過光量を簡便にして得ることができる。

【0086】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明に係る平面表示装置の光変調素子は、光源からの光を導光する導光体と、蛍光体を有する可撓薄膜とからなり、電気機械動作により前記可撓薄膜と導光体との距離を変化させて、導光する光による前記蛍光体の励起発光を制御している。このように、可撓薄膜に蛍光体を設けているので、励起された蛍光体が散乱発光するために視野角依存性が低減し、視認性を大幅に向上することができる。また、導光体から可撓薄膜に導入された単色の光によって直接蛍光体を励起できるため、高効率で蛍光体を発光させることができ、低コストの光源で任意の波長の蛍光を出射させることができる。さらに、可撓薄膜に蛍光体を直接設けたので、可撓薄膜と蛍光体とを異なる基板上に別体として設けた場合の、両基板の位置合わせが不要になり、構造が簡単となり製造プロセスを簡略化できる。そして、蛍光体を有する可撓薄膜に反射膜を設けることにより、光利用効率を簡単に向上させることができる。

なお、このような光変調素子は、露光装置、平面表示装置に好適に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態における平面表示装置のLEDアレイが接続された導波路を示す全体平面図である。

【図2】図1に示した平面表示装置の部分拡大平面図である。

【図3】図2のA-A断面図である。

【図4】図2のB-B断面図である。

【図5】第2実施形態における光変調素子の断面図である。

【図6】第3実施形態における光変調素子の断面図である。

【図7】第4実施形態における光変調素子の断面図である。

【図8】第5実施形態における光変調素子の構成を示す図である。

【図9】図8の平面表示装置の平面図である。

【図10】第6実施形態における光変調素子の平面図である。

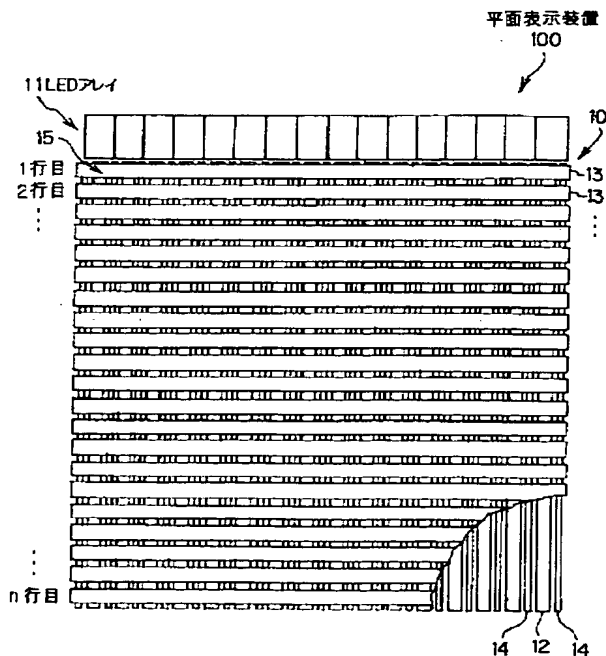
【図11】図10のC-C断面図である。

【図12】図10のD-D断面図である。

【図13】図10に示した画素部の等価回路図である。

【図14】第7実施形態における導光路の一部拡大図を示す図である。

【図1】



【図15】第7実施形態の変形例を説明する導光路の一部拡大図である。

【図16】従来の平面表示装置の一部分を切り欠いた斜視図である。

【図17】図16に示した平面表示装置の要部拡大断面図である。

【符号の説明】

10 光変調素子アレイ

15, 30, 40, 50, 60, 70, 85, 88 光変調素子

11 LEDアレイ

12 導光路

13 蛍光体

14 スペース

15 光変調素子

16 第1の電極

17 導光板

18, 51, 63, 81 可撓薄膜

19 絶縁層

20 第2の電極

21 空隙

32, 42 反射膜

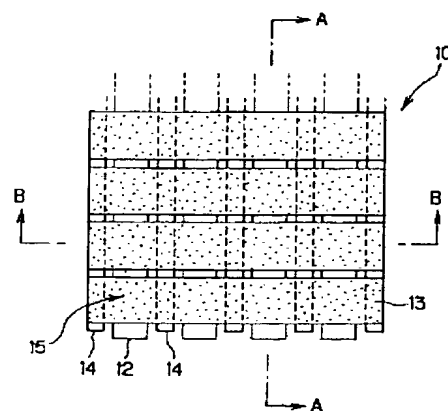
71 TFT

79 画像信号ライン

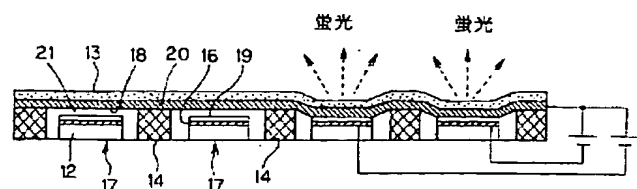
80 走査信号ライン

100 平面表示装置

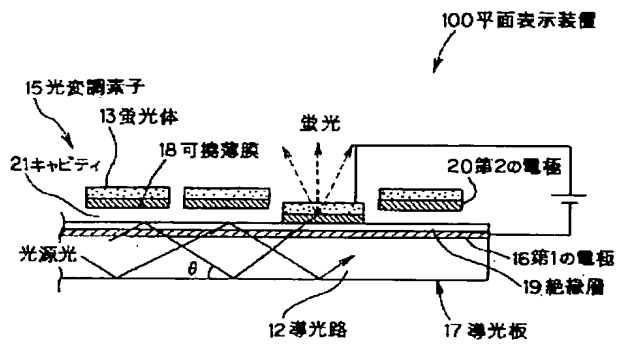
【図2】



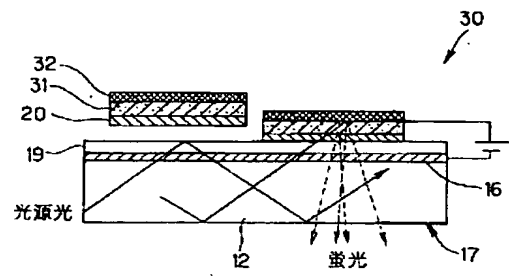
【図4】



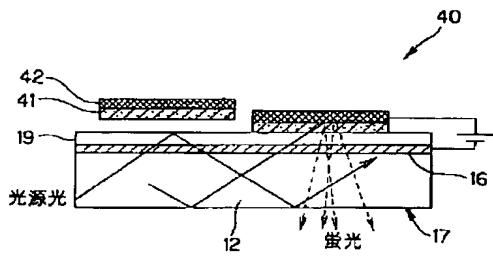
【図3】



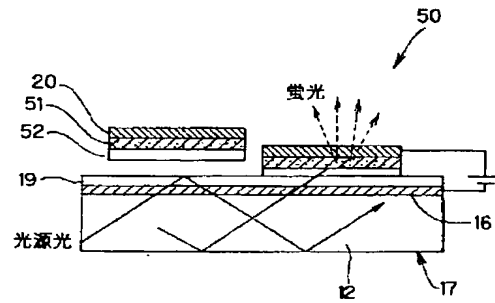
【図5】



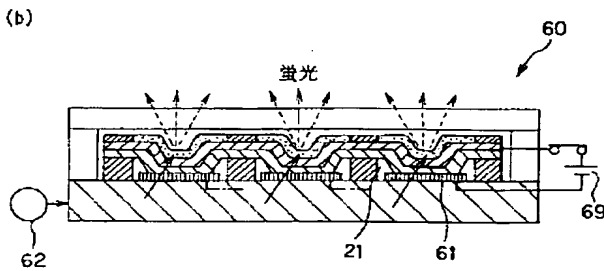
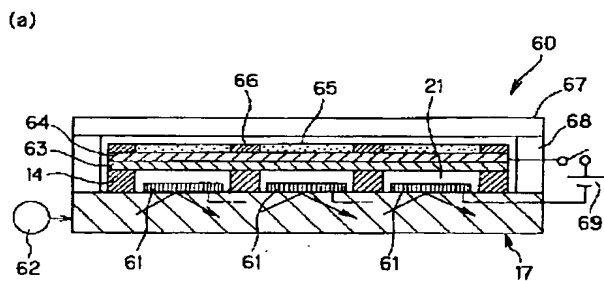
【図6】



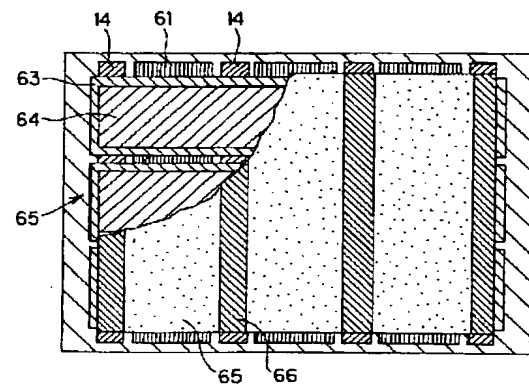
【図7】



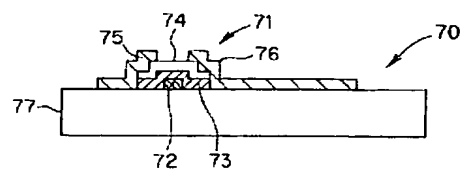
【図8】



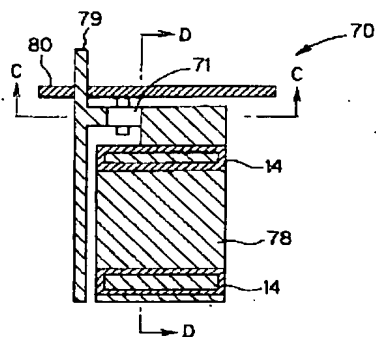
【図9】



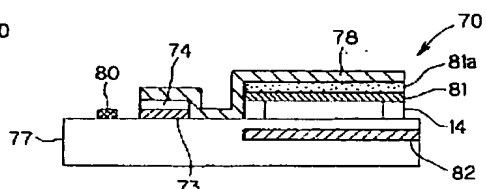
【図11】



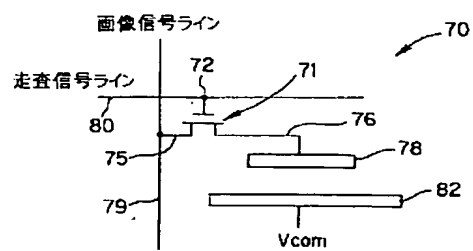
【図 10】



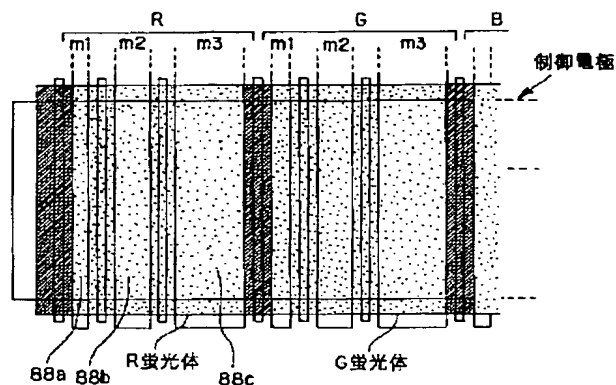
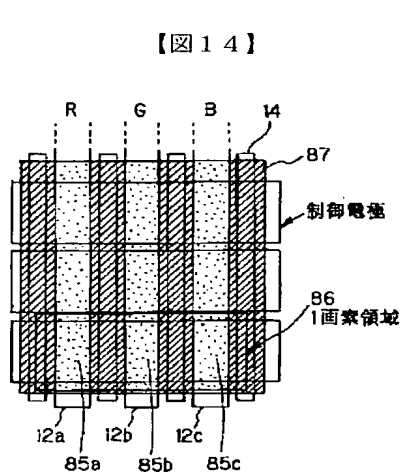
【圖 1 2】



【图 13】



【図 15】



【図 17】

【図 16】

